

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.12.03

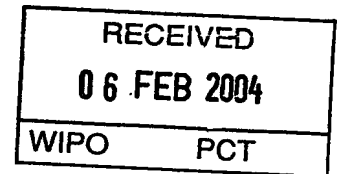
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月12日

出願番号
Application Number: 特願2002-360804
[ST. 10/C]: [JP 2002-360804]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

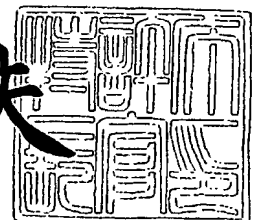


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2033840065

【提出日】 平成14年12月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 岡▲崎▼ 安直

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 崎山 一幸

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100091524

【弁理士】

【氏名又は名称】 和田 充夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボット制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段（5, 5 b, 5 c, 5 d, 15）と、

知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段（6, 6 a, 6 e, 16）と、

制御対象（3）への指令を出力し、上記制御対象の状態を入力するための制御インターフェース（4, 4 b, 4 c, 4 d, 14）と、

上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段（2, 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 12 a, 12 b）とを備えて、

上記経路選定手段で、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御しながら、上記制御対象であるロボットの動作を制御するロボット制御装置。

【請求項 2】 実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段（5 b, 5 c, 5 d）と、

知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段（6 a）と、

制御対象（3）への指令を出力し、上記制御対象の状態を入力するための制御インターフェース（4 b, 4 c, 4 d）と、

上記非リアルタイム処理手段（6 a）と接続される第 1 経路選定手段（2 a）と、

上記リアルタイム処理手段（5 b, 5 c, 5 d）と上記第 1 経路選定手段（2 a）と上記制御インターフェース（4 b, 4 c, 4 d）と接続される第 2 経路選定手段（2 b, 2 c, 2 d）とを備えて、

上記第 1 経路選定手段（2 a）は、上記第 2 経路選定手段（2 b, 2 c, 2 d）と上記非リアルタイム処理手段（6 a）との接続を切り換えることで通信を制御するとともに、上記第 2 経路選定手段（2 b, 2 c, 2 d）は、上記リアルタ

イム処理手段(5b, 5c, 5d)と上記第1経路選定手段(2a)と上記制御インターフェース(4b, 4c, 4d)との接続を切り換えることで通信を制御しながら、上記制御対象であるロボットの動作を制御するロボット制御装置。

【請求項3】 上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する機能を有して、上記経路選定手段により、上記データ転送の優先順位に従って上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えて通信を制御するようにした請求項1又は2に記載のロボット制御装置。

【請求項4】 上記経路選定手段は、上記制御対象の制御状況に応じてデータ転送の優先順位を制御して、上記経路選定手段により、上記制御対象の制御状況に応じて上記データ転送の優先順位に従って上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えて通信を制御するようにした請求項3に記載のロボット制御装置。

【請求項5】 上記経路選定手段は、転送データ中に埋め込まれた優先順位データによりデータ転送の優先順位を制御する請求項3に記載のロボット制御装置。

【請求項6】 上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データの転送を一時停止するよう動作する請求項3に記載のロボット制御装置。

【請求項7】 上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データの間引きを実行するよう動作する請求項3に記載のロボット制御装置。

【請求項8】 上記経路選定手段は、データ転送要求を告知するための専用信号線を有する請求項3～7のいずれか1つに記載のロボット制御装置。

【請求項9】 上記経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段間の時間的な緩衝をとる記憶手段(23)を有して、

上記経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記共通記憶手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御する請求項1又は2に記載のロボット制御装置。

【請求項 10】 上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データを上記記憶手段に待避するよう動作する請求項 9 に記載のロボット制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、知能ロボット等を実現するための、非リアルタイムな認識、判断、動作計画などを行う処理系と実時間の制御系の階層構造を有するロボット制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

高度な知的能力を有する知能ロボットを実現するためには、動作制御を行う動作制御系に加えて、外界の認識や動作計画など知能的な処理を行う知能処理系が必要となる。こうした知能的な制御装置を実現する構造としては図 10 に示す構造が考えられる。図 10 では、上記制御装置は、制御対象 105 に接続される制御インターフェース 104 と、制御インターフェース 104 に接続されるリアルタイム処理手段 101 と、リアルタイム処理手段 101 に接続される共有メモリ 103 と、共有メモリ 103 に接続される非リアルタイム処理手段 102 とが直列的に接続配置されるように構成されている。

【0003】

ロボットの動作制御を行う動作制御系は、実時間性が必要とされるため、オペレーションシステム（OS）を使用せず直接制御プログラムを実行する処理系やリアルタイム OS を使用したシステムで構成されるリアルタイム処理手段 101 で実現される。

【0004】

一方、認識や動作計画などの処理は実時間性を必要とせず、ソフトウェアの開発環境や高速処理能力などの点から汎用のマルチタスク OS を搭載した、例えば、パーソナルコンピュータやワークステーションなどの計算機システムで構成することが好ましく、102 で示される非リアルタイム処理手段として、リアルタ

イム処理手段101とは独立して並列で動作する処理系で実現される。

【0005】

こうした、リアルタイム処理手段101と非リアルタイム処理手段102という並列階層構造を採る場合、例えば、非リアルタイム処理手段102の動作計画プログラムが生成する目標軌道をリアルタイム処理手段101に転送する場合に、時間的な受け渡しタイミングの問題が発生する。

【0006】

この問題に対し、図10に示す制御装置では、共有メモリ103を設けることにより、非リアルタイム処理手段102は目標軌道を共有メモリ103に書き込み、リアルタイム処理手段101は共有メモリ103より目標軌道を読み込むことにより時間的なタイミングの緩衝を実現する（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

【特許文献1】

特開平6-290060号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

図10に示す制御装置では、リアルタイム処理手段101、非リアルタイム処理手段102及び共有メモリ103を接続する方法としては拡張性の点から共通バス方式が採られる。

【0009】

しかしながら、上記従来構造では、さらなる知能高度化のため、複数の写像装置による複数の画像や高精細な画像の取り込みを行い、大容量のデータを扱おうとすると、バスの競合からデータ転送待ち時間が発生し、リアルタイム性が確保できなくなる問題が発生する。

【0010】

こうした問題を回避するため、画像転送専用のバスを設けたり、各手段間を接続する専用バスを設けたりすることは、バス配線の増加などシステムの複雑化を招き、システムの拡張性の点でも問題である。

【0011】

従って、本発明の目的は、上記従来構造の課題を解決し、制御の高度な知能化のために必要な画像などの大容量データを簡素な構造でリアルタイム性を確保しつつ扱うことのできるロボット制御装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は以下のように構成する。

【0013】

本発明の第1態様によれば、実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段と、

知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段と、

制御対象への指令を出力し、上記制御対象の状態を入力するための制御インターフェースと、

上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段とを備えて、

上記経路選定手段で、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御しながら、上記制御対象であるロボットの動作を制御するロボット制御装置を提供する。

【0014】

本発明の第2態様によれば、実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段と、


知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段と、

制御対象への指令を出力し、上記制御対象の状態を入力するための制御インターフェースと、

上記非リアルタイム処理手段と接続される第1経路選定手段と、

上記リアルタイム処理手段と上記第1経路選定手段と上記制御インターフェースと接続される第2経路選定手段とを備えて、

上記第1経路選定手段は、上記第2経路選定手段と上記非リアルタイム処理手



段との接続を切り換えることで通信を制御するとともに、上記第2経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段と上記第1経路選定手段と上記制御インターフェースとの接続を切り換えることで通信を制御しながら、上記制御対象であるロボットの動作を制御するロボット制御装置を提供する。

【0015】

本発明の第3態様によれば、上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する機能を有して、上記経路選定手段により、上記データ転送の優先順位に従って上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えて通信を制御するようにした第1又は2の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0016】

本発明の第4態様によれば、上記経路選定手段は、上記制御対象の制御状況に応じてデータ転送の優先順位を制御して、上記経路選定手段により、上記制御対象の制御状況に応じて上記データ転送の優先順位に従って上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えて通信を制御するようにした第3の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0017】

本発明の第5態様によれば、上記経路選定手段は、転送データ中に埋め込まれた優先順位データによりデータ転送の優先順位を制御する第3の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0018】

本発明の第6態様によれば、上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データの転送を一時停止するよう動作する第3の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0019】

本発明の第7態様によれば、上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データの間引きを実行するよう動作する第3の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0020】

本発明の第8態様によれば、上記経路選定手段は、データ転送要求を告知するための専用信号線を有する第3～7のいずれか1つの態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0021】

本発明の第9態様によれば、上記経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段間の時間的な緩衝をとる記憶手段を有して、

上記経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と上記共通記憶手段と上記制御インターフェースとの間の接続を切り換えることで通信を制御する第1又は2の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0022】

本発明の第10態様によれば、上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データを上記記憶手段に待避するよう動作する第9の態様に記載のロボット制御装置を提供する。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明にかかる実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0024】

(第1実施形態)

図1は本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置1の構成を示す図である。図1において、2はロボット制御装置1内のデジタル信号の経路を切り換える経路選定手段である。経路選定手段2には、本実施形態におけるロボット制御装置1の制御対象3に接続された制御インターフェース4と、制御対象3の制御を行うための実時間の計算を行うリアルタイム処理手段5と、制御対象3の動作計画や外界認識を行う非リアルタイム処理手段6と、共通記憶手段7とが接続されている。各手段などの間の接続は、シリアルなデジタルデータで通信を行うシリアル伝送路で構成されており、パケット通信による双方向通信が可能となっている。

【0025】

ここで、制御対象3の一例であるロボットとして、4自由度のマニピュレータ48の制御を行う場合を例に採り、第1実施形態のロボット制御装置1の構成についてさらに詳しく説明する。図2は、上記経路選定手段2の構造を示す図であり、分かりやすくするために主要な機能ブロックのみを示している。

【0026】

図2において、21は経路選定手段2の機能を司るI/Oコントローラ等が統合されたワンチップ型のCPU、22はCPU21に接続されかつデジタル信号の経路を切り換えるスイッチである。スイッチ22は複数の外部入出力ポート221a~221dを持ち、それぞれ制御インターフェース4と、リアルタイム処理手段5と、非リアルタイム処理手段6と、共通記憶手段7とに接続されている。さらに、スイッチ22は、CPU21と接続された内部ポート222を持ち、内部ポート222を通じてCPU21により、外部入出力ポート221a~221dのそれぞれと内部ポート222との間のデータ転送経路の切換が制御される。

【0027】

図2において、23は、CPU21に接続されかつCPU21を動作させるためのプログラムや経路切換のためのデータが格納された記憶手段である。

【0028】

図3は制御インターフェース4の構造を示す図である。図3において、41はシリアル-パラレル変換手段であり、外部入出力ポート411と内部出力ポート44と内部入力ポート47とで入出力されるデータ間のシリアル-パラレル変換をシリアル-パラレル変換手段41により行う。外部入出力ポート411はシリアル伝送路で経路選定手段2に接続されている。また、内部出力ポート44には、共通パラレルバス方式の伝送線路でD/Aコンバータ42a~42dが接続されており、D/Aコンバータ42a~42dの出力はモータドライバ43a~43dに接続されている。モータドライバ43a~43dは、マニピュレータ48の各関節に組み込まれたモータ（図示せず）に接続され、D/Aコンバータ42a~42dからの出力信号に応じてマニピュレータ48のそれぞれの関節のモータをそれぞれ独立的に駆動する。一方、内部入力ポート47には、共通

パラレルバス方式の伝送線路でカウンタ 45 及び画像取込手段 46 が並列に接続されている。カウンタ 45 には、マニピュレータ 48 の各関節に組み込まれたエンコーダ（図示せず）が接続され、上記各モータにより回転されるマニピュレータ 48 の各関節の角度が上記エンコーダにより検出されて、カウンタ 45 にそれぞれ入力される。画像取込手段 46 には撮像装置 49 が接続され、マニピュレータ 48 による把持対象等の画像が撮影される。

【0029】


図 4 はリアルタイム処理手段 5 あるいは非リアルタイム処理手段 6 の構造を示す図である。ハードウェア的にはリアルタイム処理手段 5 と非リアルタイム処理手段 6 は同一の構成の一般的なコンピュータアーキテクチャの CPU ボードであり、図 4 には主要な機能ブロックのみ示している。図 4 において、51 は制御を実現するための計算処理を行う CPU である。52 は I/O コントローラ、メモリコントローラ等が統合されたチップセットであり、外部とのデータの入出力を行うシリアルポート 54 とを有している。また、53 は計算処理を行うためのプログラムやデータを格納する記憶手段である。チップセット 52 の 2 つの内部ポート 521a, 521b にはそれぞれ CPU 51 と記憶手段 53 とが別々に接続されている。

【0030】

ソフトウェア的には、リアルタイム処理手段 5 は、OS（オペレーティングシステム）を搭載せず、制御のためのプロセス（例えば、制御対象 3 の制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されている。一方、非リアルタイム処理手段 6 は、記憶手段 53 に記憶されたマルチタスクの OS を搭載し、マニピュレータ 48 の動作計画のためのプロセス及び画像認識のための画像認識プロセスが時分割のマルチタスクで実行されている。

【0031】

以上の構成のロボット制御装置 1 の動作について、図 5 のフローチャートに示す、ある領域内に置かれた（対象物の一例としての）直方体の物体 90 を画像認識を使ってマニピュレータ 48 のアーム 48b の先端の手先効果器 48a で把持し、手先効果器 48a で把持された直方体の物体 90 を所定の位置へ移動する



作業を例に説明する。

【0032】

非リアルタイム処理手段6で実行される画像認識プロセスは、制御インターフェース4に接続された撮像装置49より取り込んだ画像を元にマニピュレータ48で把持する直方体の物体90の位置、姿勢及び大きさを認識し（図5のステップS1）、認識結果のデータは、マニピュレータ48から見た直方体の物体90の絶対座標系の位置・姿勢、形状データとしてプロセス間通信により動作計画プロセスに引き渡す。非リアルタイム処理手段6で生成される動作計画プロセスは、引き渡された位置・姿勢、形状データを基に、手先効果器48aが初期位置から直方体の物体90まで移動して直方体の物体90を手先効果器48aで把持するための軌道及び把持した直方体の物体90を所定の位置へ手先効果器48aで運搬するための軌道を、例えば多項式補間を使って生成する。非リアルタイム処理手段6で生成される目標軌道データは、各時刻におけるマニピュレータ48の手先効果器48aの位置（手先位置）・姿勢及び手先効果器48aの動作の速度・角速度という形式で生成され、シリアルデータとしてシリアルポート54より経路選定手段2に転送される。

【0033】


経路選定手段2は、非リアルタイム処理手段6から転送される目標軌道データを共通記憶手段7の所定の位置に格納するように動作する。したがって、マニピュレータ48の手先効果器48aがどのように動くべきかを示す目標軌道データは、常に共通記憶手段7を参照すればよい。

【0034】

リアルタイム処理手段5では、マニピュレータ48の手先効果器48aを目標軌道データどおりに動作させるための制御プログラムが、以下のように実行される（図5のステップS2～S7）。

【0035】

すなわち、図5のステップS1で直方体の物体90の位置、姿勢及び大きさを認識したのち、図5のステップS2では、図12（A）にも示すように、目標軌道データに基づき制御対象3であるマニピュレータ48が上記制御装置1によ



り動作制御されて、マニピュレータ 48 の手先効果器 48 a が直方体の物体 90 の近傍に移動する、アーム 48 b の把持準備動作が行われる。一例として、図 12 (A) では、マニピュレータ 48 の基端部周りに、マニピュレータ 48 の手先効果器 48 a が直方体の物体 90 に対向する位置まで回動される。

【0036】

次いで、図 5 のステップ S3 では、画像認識によるアーム 48 b のアプローチ動作が行われる。これは、具体的には、ビジュアルフィードバックであって、マニピュレータ 48 の手先効果器 48 a と直方体の物体 90 の相対的な位置関係を画像認識により検出し、手先効果器 48 a と直方体の物体 90 が接触しないように手先効果器 48 a の位置を微調整しながら、図 12 (B) にも示すように、手先効果器 48 a により物体 90 を把持可能な位置まで手先効果器 48 a を移動させる。

【0037】

次いで、図 5 のステップ S4 では、目標軌道データに基づき制御対象 3 であるマニピュレータ 48 が上記制御装置 1 により動作制御されて、図 12 (C) にも示すように、手先効果器 48 a を閉じて、直方体の物体 90 を挟み込むことで把持を行う把持動作が行われる。

【0038】

次いで、図 5 のステップ S5 では、撮像装置 49 により撮像されて画像取込手段 46 に撮り込まれた画像情報に基づく、画像認識による把持確認、すなわち、手先効果器 48 a による直方体の物体 90 の把持動作が成功したか否かが判断される。具体的には、手先効果器 48 a と直方体の物体 90 の相対的な位置関係を画像認識により検出し、手先効果器 48 a の指の間に直方体の物体 90 が位置しているかどうかにより、把持動作の成否が判断される。すなわち、手先効果器 48 a の指の間に直方体の物体 90 が位置している場合（図 12 (C) 参照）には、把持動作成功であり、手先効果器 48 a の指の間に直方体の物体 90 が位置していない場合には、把持動作が失敗と判断される。把持動作失敗と判断された場合には、ステップ S3 に戻り、画像認識による手先効果器 48 a の位置の微調整が行われたのち、ステップ S4 及び S5 が再度行われる。把持動作成功と判断さ



れた場合には、ステップ S 6 に進む。

【0039】

次いで、図 5 のステップ S 6 では、目標軌道データに基づき制御対象 3 であるマニピュレータ 4 8 が上記制御装置 1 により動作制御されて、手先効果器 4 8 a により把持された直方体の物体 9 0 の運搬動作を行う。

【0040】

次いで、図 5 のステップ S 7 では、所定位置まで直方体の物体 9 0 を運搬して設置したのち、マニピュレータ 4 8 が上記制御装置 1 により動作制御されて、直方体の物体 9 0 を把持していた手先効果器 4 8 a の指が広げられ、直方体の物体 9 0 が手先効果器 4 8 a から解放される。

【0041】

次に、リアルタイム処理手段 5 により実行される上記制御プログラムの動作ステップについて図 6 を参照しながら説明する。

【0042】

図 6 のステップ S 1 1 では、リアルタイム処理手段 5 が経路選定手段 2 にマニピュレータ 4 8 の関節角度データの転送を要求する。関節角度データを要求された経路選定手段 2 は、制御インターフェース 4 にカウンタ 4 5 に入力されている関節角度データのデータ転送を要求し、カウンタ 4 5 に入力されていたマニピュレータ 4 8 の各関節のエンコード値が制御インターフェース 4 を介して経路選定手段 2 に返送され、経路選定手段 2 からリアルタイム処理手段 5 に各関節のエンコード値が現在の関節角度データ（関節変数ベクトル $q = [\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4]^T$ 、ただし θ_i は第 i 関節の角度）として転送される。

【0043】

図 6 のステップ S 1 2 では、マニピュレータ 4 8 の運動学計算に必要なヤコビ行列 J_r 等の計算がリアルタイム処理手段 5 により行われる。

【0044】

次いで、図 6 のステップ S 1 3 では、転送されてきた現在の関節角度データである関節変数ベクトル q を使用して、マニピュレータ 4 8 の手先効果器 4 8 a の現在の手先位置・姿勢ベクトル r がリアルタイム処理手段 5 により計算される

【0045】

図6のステップS14では、手先位置に関する位置サーボ補償入力値ベクトル u_p が下記の数1の式(1)を使い、リアルタイム処理手段5により計算される。

【0046】

【数1】

$$u_p = J_r^{-1} \left\{ K_p (r_d - r) + K_v \left(\dot{r}_d - \dot{r} \right) \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 r_d は手先・位置・姿勢ベクトルの目標値、 K_p 及び K_v はフィードバックゲイン行列である。

【0047】

予め、位置サーボ補償の目標値ベクトル r_d は非リアルタイム処理手段6で計算され、計算結果が共通記憶手段7に格納されているため、経路選定手段2を介して共通記憶手段7からリアルタイム処理手段5へ、格納されていた位置サーボ補償の目標値ベクトル r_d の取り込みが行われる。

【0048】

図6のステップS15では、制御実現のため、マニピュレータ48に加えるべき駆動力ベクトル τ が、運動方程式及び位置サーボ補償入力値ベクトル u_p より、下記の数2の式(2)を使いリアルタイム処理手段5により計算される。

【0049】

【数2】

$$\tau = K_T u_p \dots\dots\dots (2)$$

【0050】

ただし、 K_T はトルク係数行列である。

【0051】




図6のステップS16では、ステップS15でリアルタイム処理手段5により計算された駆動力値ベクトル τ が、リアルタイム処理手段5の外部入出力用シリアルポート54より駆動力指令値として出力される。駆動力指令値を受け取った経路選定手段2は、制御インターフェース4に駆動力指令値を転送し、駆動力指令値が制御インターフェース4を介してD/Aコンバータ42に入力され、D/Aコンバータ42によりデジタル信号の駆動力指令値が電圧指令値に変換されて、D/Aコンバータ42から制御インターフェース4を介して出力される。電圧指令値を制御インターフェース4から受けたモータドライバ43a~43dは、マニピュレータ48の各関節や手先効果器48aに駆動力を発生させる。

【0052】

リアルタイム処理手段5では、以上の図6のステップS11~ステップS16の計算処理ループが実行されることでソフトウェアフィードバック制御系が構成され、例えば1msecといった決まった時間間隔で、関節角度データの取り込み、及び、駆動力指令値の出力が実行され、実時間の制御が実現される。このようにして求められて出力される駆動力値に基づき、上記したマニピュレータ48の制御動作が実行される。

【0053】

なお、ロボットに電源が入っている間は制御を常にかけている場合を想定しているため、上記処理はエンドレスループになっている。よって、目標値として一定値を与え続ければ静止させることも可能である。

【0054】

【表1】

	転送先	転送先	データ種	優先データ		
				モード 1	モード 2	モード 3
データ転送1	非リアルタイム処理手段	非リアルタイム処理手段→共通記憶手段	目標軌道データ			
データ転送2	共通記憶手段	リアルタイム処理手段	目標軌道データ	○		
データ転送3	制御インターフェース	非リアルタイム処理手段	画像データ		○	
データ転送4	制御インターフェース	リアルタイム処理手段	関節角度データ	○		
データ転送5	リアルタイム処理手段	制御インターフェース	駆動力値指令データ	○		

【0055】

上記制御動作において、表1及び図7に示すように、

①経路選定手段2は、非リアルタイム処理手段6から共通記憶手段7への目標軌道データの転送（データ転送1）、

②共通記憶手段7からリアルタイム処理手段5への目標軌道データの転送（データ転送2）、

③制御インターフェース4から非リアルタイム処理手段6への画像データの転送（データ転送3）、

④制御インターフェース4からリアルタイム処理手段5への関節角度データの転送（データ転送4）、

⑤リアルタイム処理手段5から制御インターフェース4への駆動力値指令データの転送（データ転送5）、

を実行する。これらの転送要求は、リアルタイム処理手段5と非リアルタイム処理手段6とが独立して並列で動作しているため、時間的に同時になり、重なってしまう場合が発生する。特に、画像データは容量が大きく、画像データ転送時には重なる確率が高くなり、頻繁に転送待ちが発生する。

【0056】

このような、リアルタイム処理手段5と非リアルタイム処理手段6とからの転送要求の同時発生に対して、上記したように、経路選定手段2はデータ転送の優先順位に基づく制御を行う。すなわち、経路選定手段2は複数のデータ転送モードを設定することができ、各転送モードでデータ転送の優先パターンが異なる。一例として、データ転送の優先パターンとしては、以下に示すように、上記制御対象の制御状況に応じて、転送モード1、転送モード2、転送モード3の合計3つが経路選定手段2に設定されている。

【0057】

転送モード1では、リアルタイム処理手段5からの転送要求を優先するように経路選定手段2が動作する。経路選定手段2とリアルタイム処理手段5の間にはデータ転送要求を告知する専用信号線が配設されており、経路選定手段2はリアルタイム処理手段5のデータ転送要求を検知することができる。データ転送4及びデータ転送5の場合、経路選定手段2と制御インターフェース4との間の伝送路が、関節角度データあるいは駆動値指令データの転送に優先的に使用されるよ

うに経路選定手段2が動作し、その間、画像データの転送（データ転送3）は、データを間引いて転送されるか、伝送路の容量に余裕がない場合には画像データの転送が一時停止される。関節角度データあるいは駆動値指令データの転送終了後、画像データの転送が行われるように経路選定手段2が動作する。また、データ転送2の場合には、経路選定手段2と共通記憶手段7との間の伝送路が優先的に使用されるように経路選定手段2が動作するため、非リアルタイム処理手段6から共通記憶手段7への目標軌道データの転送（データ転送1）は一時的に停止され、転送すべきデータは経路選定手段2の記憶手段23に記憶されて待避せられる。経路選定手段2と共通記憶手段7との間の伝送路でのデータの転送終了後、上記目標軌道データの転送が行われるように経路選定手段2が動作する。一方、優先されるべきデータ転送2, 4及び5は、図6に示したように、ステップS1でデータ転送4、ステップS4でデータ転送2、ステップS6でデータ転送5が実行されるため、時間的に重なることはない。

【0058】

なお、上記専用信号線とは、以下のようなものである。すなわち、図7中では、データ転送ラインを1つの矢印で記しているが、実際には、ロボット制御装置のLSI間の配線には、シリアル転送の場合でも、信号線とGND、上り下り専用信号線（すなわち上り信号線と下り信号線）を設ける場合など複数の配線が存在する。「専用信号線」は図11のように、上記信号線とは別に、データ転送要求のためだけのデータ転送要求専用信号線を設け、このデータ転送要求専用信号線を通じて、要求の告知を高速に行なうものである。

【0059】

以上のように、転送モード1の場合、経路選定手段2がデータ転送を制御することにより、リアルタイム処理手段5は常に待つことなく関節角度データの取得や駆動力指令値の出力を行うことができ、短い制御周期であってもリアルタイム性が確保され、安定した制御が実現する。また、各手段などの間のデータ転送はパケットを使ったシリアル通信により実行されるため、パケット間を利用した多重通信が可能であり、さらに転送待ちを減らすことが可能である。

【0060】

転送モード2では、データ転送3（画像データの転送）がデータ転送4、5よりも優先されるように経路選定手段2が動作する。画像データの転送を優先することで、把持対象物の認識などの画像認識を高速に行うことができる。一方、リアルタイム処理手段5はリアルタイム性を確保するために、制御周期を長くし、かつ、非リアルタイム処理手段6で実行されている動作計画プロセスが制御対象3の低速な動作を計画するか又は動作を停止させることにより、制御対象3の動作が不安定になることを防止する。

【0061】


転送モード3では、特定のデータ転送を優先せず、均等にあるいは特定の比率で各データ転送を行うように経路選定手段2が動作するモードである。この転送モード3によれば、画像認識で把持対象を認識しながらアーム位置を修正するビジュアルフィードバックのような画像データの転送と駆動力指令及び関節角度データのリアルタイムな転送の両立が必要な動作が実現される。

【0062】

ここで、表1において、「○」がついている意味は、「○」が付いているデータ転送は他のデータ転送とバッティングしたときに「○」が付いているものが優先されるという意味である。したがって、転送モード3の場合は、バッティングが起こっても特に優先転送するデータは無いということで、「○」は付いていない。

【0063】

これらの転送モードの設定は、例えば上記制御対象の制御状況に応じて、動作計画プロセスで計画されてデータ転送の優先順位が予め決められ、モード設定データとして経路選定手段2に転送されて設定される。ある領域内に置かれた直方体の物体90を画像認識を使ってマニピュレータ48の手先効果器48aで把持し、所定の位置へ移動する作業の場合、転送モードは、図5の右側に示すように経路選定手段2により切換が行われ、迅速かつ安定した作業が実現する。すなわち、図5のステップS1で、直方体の物体90の位置、姿勢及び大きさを認識するときは転送モード2、図5のステップS2で、アーム48bの把持準備動作が行われるときは転送モード1、図5のステップS3で、画像認識によるアーム



のアプローチ動作が行われるときは転送モード3、図5のステップS4で、手先効果器48aによる直方体の物体90の把持動作が行われるときは転送モード1、図5のステップS5で、画像認識による把持確認が行われるときは転送モード2、図5のステップS6で、直方体の物体90の運搬動作を行うときは転送モード1、図5のステップS7で、直方体の物体90を運搬して設置・解放するときには転送モード1とするように、経路選定手段2が転送モードを切り換える。

【0064】

また、上記経路選定手段は、データ転送の優先順位を制御する際に、非優先データの伝送を停止させる代わりに、非優先データの間引きを実行するよう動作させることもできる。すなわち、非優先データが画像データの場合、間引くことによりデータの容量を小さくすることができるが、画像の質は落ちることになり、鮮明さが低下することになる。すなわち、鮮明さが低下すると、画像認識の精度が低下する。一方、画像データである非優先データの伝送を一時停止する場合には、画像の伝送が完全に停止されて画像を得ることはできないが、画像データである非優先データの伝送を「間引き」する場合には、粗いながらも画像が得られるので処理は続行できる。

【0065】

なお、本実施形態での経路選定手段2は、CPUなど個別のLSI部品によるCPUボードとしての例を採用したが、すべての機能を集約した1チップLSIでの構成も可能である。


【0066】

また、本実施形態では、経路選定手段2はデータ転送要求を告知する信号線により転送要求を検知するとしたが、転送データに転送要求元のIDデータを埋め込むことによっても転送要求を検知することは可能である。

【0067】

また、本実施形態では転送モードを3種類としたが、これに限られるわけではなく、制御対象3の構造や作業内容によって、モードの種類や数を異ならせることができる。

【0068】



上記第1実施形態のロボット制御装置1によれば、実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段5と、知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段6と、制御対象3への指令を出力し、制御対象3の状態を入力するための制御インターフェース4と、上記リアルタイム処理手段5と上記非リアルタイム処理手段6と上記制御インターフェース4との間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段2とを備えて、上記リアルタイム処理手段5での処理結果に基づいて制御対象3であるロボットの動作を制御するようにしている。よって、上記手段など4, 5, 6の間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段2を備えるという簡素な構造で、制御の高度な知能化のために必要な画像などの大容量データを、リアルタイム性を確保しつつ、扱うことができる。これにより、システムの拡張を行うときには経路選定手段2に新たな手段を接続するだけでよいといった、システムの拡張性を確保しつつ、各手段など4, 5, 6の間の接続を簡素な構造にすることができ、かつ、各手段など4, 5, 6の間の通信を、転送待ちの発生が少なくなるように、制御することができる。

【0069】

また、上記経路選定手段2は、上記リアルタイム処理手段5からの転送要求を優先するよう動作することで、リアルタイム処理手段5の実時間性を確保することができる。

【0070】

また、上記経路選定手段2は、記憶手段23を有するとともに、上記リアルタイム処理手段5と上記非リアルタイム処理手段6と制御インターフェース4と、上記経路選定手段2とが互いにシリアル伝送路により接続されるようにすることにより、上記経路選定手段2の記憶手段23で、転送すべきデータのうち待機させられるデータが経路選定手段2の記憶手段23に記憶されて待避させられることにより、上記リアルタイム処理手段5と上記非リアルタイム処理手段6間の時間的な緩衝をとることができるようになる。

【0071】

(第2実施形態)




図8は本発明の第2実施形態におけるロボット制御装置1Aの構成を示す図である。図8(a)に示すように、第2実施形態のロボット制御装置1Aは、1a～1eの5つの第1～第5分散制御装置から構成され、図8(b)に示す左右の2本のアーム56, 57を有しかつ制御対象3の一例であるロボットとして、自律移動ロボット55の体内に分散されて配設されて、それぞれの機能ブロックを構成している。すなわち、第1分散制御装置1aは動作の計画や判断を司る知能ブロック、第2及び第3分散制御装置1b及び1cは先端に手先効果器56a, 57aを有する2本のアーム56, 57の動きを制御するアーム制御ブロック、第4分散制御装置1dは左右の2つの車輪58, 58を駆動することで移動ロボット55の移動を司る移動制御ブロック、第5分散制御装置1eはカメラやセンサ59からの情報を取込み、外界の状況を認識する認識ブロックとなっている。

【0072】

具体的には、以下のような構成となっている。ただし、経路選定手段2a, 2b, 2c, 2d, 2eは、先の実施形態の経路選定手段2と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものである。また、制御インターフェース4b, 4c, 4dは、先の実施形態の制御インターフェース4と同様な構成を有して、同様な機能（すなわち、各関節のモータをそれぞれ独立的に駆動する機能）の他、左右の車輪58, 58をそれぞれ独立的に駆動する機能を基本的に行うものである。また、非リアルタイム処理手段6a, 6eは、先の実施形態の非リアルタイム処理手段6と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものであって、マルチタスクのOSを搭載し、2本のアーム56, 57及び2つの車輪58, 58の動作の計画や判断のためのプロセス及び画像認識のための画像認識プロセスが時分割のマルチタスクで実行されるようになっている。ここで、非リアルタイム処理手段6aと6eとの機能上の相違は、非リアルタイム処理手段6aはロボットの動作処理を行なうのに対して、非リアルタイム処理手段6eは画像認識処理を行なう点で大きく相違する。例えば、2本のアーム56, 57の動作の計画や判断のためのプロセス及び2つの車輪58, 58の動作の計画や判断のためのプロセスは非リアルタイム処理手段6aで行い、画像認識のための画像認識プロセスは非リアルタイム処理手段6eで行う。

【0073】

なお、アーム 56 の手首には、2 本のアームで 1 つの物体を把持する場合に物体にかかる内力を検知するための力センサ 100 が配設されている。この力センサ 100 は、アーム 56 又はアーム 57 のいずれかに配置されればよい。

【0074】


また、リアルタイム処理手段 5b, 5c, 5d は、先の実施形態のリアルタイム処理手段 5 と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものであって、OS（オペレーティングシステム）を搭載せず、左右のアーム 57, 56 の動作制御のためのプロセス（例えば、左右のアーム 57, 56 の動作制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されている。

【0075】

まず、第 1 分散制御装置 1a は、上記知能ブロックとして、2 本のアーム 56, 57 の動作の計画や判断のためのプロセス及び 2 つの車輪 58, 58 の動作の計画や判断のためのプロセスが時分割のマルチタスクで実行される非リアルタイム処理手段 6a と、非リアルタイム処理手段 6a に接続された経路選定手段 2a と、経路選定手段 2a に接続されて経路選定手段 2a の経路選定により非リアルタイム処理手段 6a から転送される目標軌道データを所定の位置に格納したり各種計算結果を格納したりする共通記憶手段 7 とより構成されて、非リアルタイム処理手段 6a により 2 本のアーム 56, 57 の動作の計画や判断のためのプロセス及び 2 つの車輪 58, 58 の動作の計画や判断のためのプロセスが時分割のマルチタスクで実行されるようになっている。

【0076】

第 2 分散制御装置 1b は、上記右アーム制御ブロックとして、第 1 分散制御装置 1a の経路選定手段 2a と接続された経路選定手段 2b と、経路選定手段 2b に接続されかつ右アーム 57 の駆動装置（例えば、マニピュレータとして機能する右アーム 57 の各関節に組み込まれた図示しないモータ）に接続された制御インターフェース 4b と、経路選定手段 2b に接続されて動作制御のためのプロセス（例えば、右アーム 57 の動作制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されるリアルタイム処理手段 5b とより構成され、リアルタイム処



理手段 5 b により上記右アーム 5 7 の動作制御のためのプロセスがシングルタスクで実行されて右アーム 5 7 の動作を制御するようにしている。

【0077】


第 3 分散制御装置 1 c は、上記左アーム制御ブロックとして、第 1 分散制御装置 1 a の経路選定手段 2 a と接続された経路選定手段 2 c と、経路選定手段 2 c に接続されかつ左アーム 5 6 の駆動装置（例えば、マニピュレータとして機能する左アーム 5 6 の各関節に組み込まれた図示しないモータ）に接続された制御インターフェース 4 c と、経路選定手段 2 c に接続されて動作制御のためのプロセス（例えば、左アーム 5 6 の動作制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されるリアルタイム処理手段 5 c とより構成され、リアルタイム処理手段 5 c により上記左アーム 5 6 の動作制御のためのプロセスがシングルタスクで実行されて上記左アーム 5 6 の動作を制御するようにしている。

【0078】

第 4 分散制御装置 1 d は、上記移動制御ブロックとして、第 1 分散制御装置 1 a の経路選定手段 2 a と接続された経路選定手段 2 d と、経路選定手段 2 d に接続されかつ左右の車輪 5 8、5 8 の駆動装置の一例としてのモータ 5 8 a、5 8 a に駆動信号をそれぞれ独立して出力する一方、モータ 5 8 a、5 8 a のそれぞれの回転軸（又は車輪 5 8、5 8 の車軸）の回転角度を検出するエンコーダ 5 8 b、5 8 b からの回転角度検出信号が入力される制御インターフェース 4 d と、経路選定手段 2 d に接続されて 2 つの車輪 5 8、5 8 の動作制御のためのプロセス（例えば、2 つの車輪 5 8、5 8 の動作制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されるリアルタイム処理手段 5 d とより構成され、左右の 2 つの車輪 5 8、5 8 を駆動することにより、上記移動ロボット 5 5 を移動させるようにしている。

【0079】

第 5 分散制御装置 1 e は、上記認識ブロックとして、第 4 分散制御装置 1 d の経路選定手段 2 d と接続された経路選定手段 2 e と、経路選定手段 2 e に接続された入出力インターフェース 6 0 と、入出力インターフェース 6 0 に接続されたカメラやセンサ 5 9 と、経路選定手段 2 e に接続されて画像認識のための画像認



識プロセスが時分割のマルチタスクで実行される非リアルタイム処理手段 6 e とより構成され、非リアルタイム処理手段 6 e により、カメラやセンサ 5 9 からの情報を取込み外界の状況を認識する画像認識のための画像認識プロセスが時分割のマルチタスクで実行されるようにしている。

【0080】


以上のような構成のロボット制御装置 1 A について、ある領域内に置かれた（対象物の一例としての）直方体の物体 9 0（図 3 参照）を画像認識を使って上記 2 本のアーム 5 6，5 7 の先端の手先効果器 5 6 a，5 7 a で把持し、手先効果器 5 6 a，5 7 a で把持された直方体の物体 9 0 を所定の位置へ移動する作業を例に説明する。

【0081】

非リアルタイム処理手段 6 e で実行される画像認識プロセスは、入出力インターフェース 6 0 に接続されたカメラ 5 9 より取り込んだ画像を元にアーム 5 6，5 7 で把持する直方体の物体 9 0 の位置、姿勢及び大きさを認識し、認識結果のデータは、アーム 5 6，5 7 から見た直方体の物体 9 0 の絶対座標系の位置・姿勢、形状データとして非リアルタイム処理手段 6 a で実行されている動作計画プロセスに引き渡す。非リアルタイム処理手段 6 a で生成される動作計画プロセスは、引き渡された位置・姿勢、形状データを基に、手先効果器 5 6 a，5 7 a が初期位置から直方体の物体 9 0 まで移動して直方体の物体 9 0 を手先効果器 5 6 a，5 7 a で把持するための軌道及び把持した直方体の物体 9 0 を所定の位置へ手先効果器 5 6 a，5 7 a で運搬するための軌道を、例えば多項式補間を使って生成する。非リアルタイム処理手段 6 a で生成される目標軌道データは、各時刻におけるアーム 5 6，5 7 の手先効果器 5 6 a，5 7 a の位置（手先位置）・姿勢及び手先効果器 5 6 a，5 7 a の動作の速度・角速度という形式で生成され、シリアルデータとして入出力インターフェース 6 0 より経路選定手段 2 e に転送される。

【0082】

経路選定手段 2 e は、非リアルタイム処理手段 6 e から転送される目標軌道データを共通記憶手段 7 の所定の位置に格納するように動作する。したがって、ア



ーム 56, 57 の手先効果器 56 a, 57 a がどのように動くべきかを示す目標軌道データは、常に共通記憶手段 7 を参照すればよい。

【0083】

経路選定手段 2 e に直接的に接続された経路選定手段 2 d に接続されたりアルタイム処理手段 5 d、及び、経路選定手段 2 e に経路選定手段 2 d 及び 2 a を介して間接的に接続された経路選定手段 2 b, 2 c に接続されたりアルタイム処理手段 5 b, 5 c では、ーム 56, 57 の手先効果器 56 a, 57 a を目標軌道データどおりに動作させるための制御プログラムが、以下のように実行される。

【0084】

すなわち、直方体の物体 90 の位置、姿勢及び大きさを認識したのち、目標軌道データに基づき制御対象 3 であるーム 56, 57 が上記制御装置 1 A により動作制御されて、ーム 56, 57 の手先効果器 56 a, 57 a が直方体の物体 90 の近傍に移動する、ーム 56, 57 の把持準備動作が行われる。一例として、図 13 (A) ~ (B) に示すように、自律移動ロボット 55 が移動して、ーム 56, 57 の手先効果器 56 a, 57 a が直方体の物体 90 に対向する位置まで回動される。

【0085】

次いで、画像認識によるーム 56, 57 のアプローチ動作が行われる。これは、具体的には、ビジュアルフィードバックであって、ーム 56, 57 の手先効果器 56 a, 57 a と直方体の物体 90 の相対的な位置関係を画像認識により検出し、手先効果器 56 a, 57 a と直方体の物体 90 が接触しないように手先効果器 56 a, 57 a の位置を微調整しながら、図 13 (B) にも示すように、手先効果器 56 a, 57 a により物体 90 を把持可能な位置まで手先効果器 56 a, 57 a を移動させる。

【0086】

次いで、目標軌道データに基づき制御対象 3 であるーム 56, 57 が上記制御装置 1 A により動作制御されて、図 13 (C) ~ (D) にも示すように、手先効果器 56 a, 57 a を互いに突き合わせるようにして挟み込むと同時に、手先効果器 56 a, 57 a のそれぞれの指を閉じて、直方体の物体 90 を挟み込むこ



とで把持を行う把持動作が行われる。

【0087】

次いで、カメラ59により撮像されて撮り込まれた画像情報に基づく、画像認識による把持確認、すなわち、手先効果器56a, 57aによる直方体の物体90の把持動作が成功したか否かが判断される。具体的には、手先効果器56a, 57aと直方体の物体90の相対的な位置関係を画像認識により検出し、手先効果器56a, 57a間に直方体の物体90が位置しているかどうかにより、把持動作の成否が判断される。すなわち、手先効果器56a, 57aの間に直方体の物体90が位置している場合(図13(D)参照)には、把持動作成功であり、手先効果器56a, 57aの間に直方体の物体90が位置していない場合には、把持動作が失敗と判断される。把持動作失敗と判断された場合には、画像認識による手先効果器56a, 57aの位置の微調整が行われたのち、把持動作及び画像認識による把持確認動作が再度行われる。

【0088】

把持動作成功と判断された場合には、目標軌道データに基づき制御対象3であるアーム56, 57が上記制御装置1Aにより動作制御されて、手先効果器56a, 57aにより協調して把持された直方体の物体90の協調制御による運搬動作を行う。

【0089】

次いで、所定位置まで直方体の物体90を運搬して設置したのち、アーム56, 57が上記制御装置1Aにより動作制御されて、直方体の物体90を把持していた手先効果器56a, 57aの指が広げられるとともに、手先効果器56a, 57a間の間隔が広げられ、直方体の物体90が手先効果器56a, 57aから解放される。

【0090】

次に、リアルタイム処理手段5b, 5c, 5dにより実行される上記制御プログラムの動作ステップについて説明する。

【0091】

まず、リアルタイム処理手段5b, 5cが経路選定手段2b, 2cにアーム5

6, 57の関節角度データの転送を要求する。関節角度データを要求された経路選定手段2b, 2cは、制御インターフェース4b, 4cに、それぞれ対応するカウンタ45に入力されている関節角度データのデータ転送を要求し、カウンタ45に入力されていたアーム56, 57の各関節のエンコーダ値が制御インターフェース4b, 4cを介して経路選定手段2b, 2cに返送され、経路選定手段2b, 2cからリアルタイム処理手段5b, 5cに各関節のエンコーダ値が現在の関節角度データ（関節変数ベクトル q_1 （アーム56の関節変数ベクトル）及びベクトル q_2 （アーム57の関節変数ベクトル））として転送される。なお、協調動作時には、力センサー100の出力値も制御インターフェース4cを介して経路選定手段2c, 2a, 2b, 2dに送られ、経路選定手段2c, 2a, 2b, 2dからリアルタイム処理手段5c, 5b, 5dに入力される。

【0092】

次いで、アーム56, 57の運動学計算に必要なヤコビ行列 J_{r1} , J_{r2} 等の計算がリアルタイム処理手段5b, 5cにより行われる。

【0093】

次いで、転送されてきた現在の関節角度データである関節変数ベクトル q_1 及び関節変数ベクトル q_2 を使用して、アーム56, 57の手先効果器56a, 57aの現在の手先位置・姿勢ベクトル r_1 , r_2 がリアルタイム処理手段5b, 5cにより計算される。

【0094】

次いで、手先位置に関する位置サーボ補償入力値 u_{p1} , u_{p2} が下記の数3の式(3a)及び(3b)、又は、数4の式(4a)及び(4b)の各式を使ってリアルタイム処理手段5b, 5cにより計算される。

【0095】

独立動作の場合（手先効果器56a, 57aが直方体の物体90の近傍に移動する場合、及び、手先効果器56a, 57aにより物体90を把持可能な位置まで手先効果器56a, 57aを移動させる場合）

【0096】

【数 3】

$$u_{p1} = J_{r1}^{-1} \left\{ K_{p1} (r_{1d} - r_1) + K_{v1} (\dot{r}_{1d} - \dot{r}_1) \right\} \quad \dots\dots\dots (3a)$$

$$u_{p2} = J_{r2}^{-1} \left\{ K_{p2} (r_{2d} - r_2) + K_{v2} (\dot{r}_{2d} - \dot{r}_2) \right\} \quad \dots\dots\dots (3b)$$

【0097】

協調動作の場合（手先効果器 56a, 57a により協調して把持された直方体の物体 90 の協調制御による運搬動作を行う場合）

【0098】

【数 4】

$$u_{p1} = J_{r1}^{-1} \left\{ K_{pb} (r_{bd} - r_b) + K_{vb} (\dot{r}_{bd} - \dot{r}_b) \right\} - J_{r1}^T K_f \int_{t_0}^t (f_d - f) dt \quad \dots\dots\dots (4a)$$

$$u_{p2} = J_{r2}^{-1} \left\{ K_{pb} (r_{bd} - r_b) + K_{vb} (\dot{r}_{bd} - \dot{r}_b) \right\} - J_{r2}^T K_f \int_{t_0}^t (f_d - f) dt \quad \dots\dots\dots (4b)$$

【0099】

ただし、 r_{1d} はアーム 56 の手先位置・姿勢ベクトルの目標値であり、 r_{2d} はアーム 57 の手先位置・姿勢ベクトルの目標値であり、 $r_b = \{r_1 + r_2\} / 2$ であり、 $r_{bd} = \{r_{1d} + r_{2d}\} / 2$ であり、 f は把持対象にかかる内力ベクトルであり、 f_d は内力ベクトルの目標値である。

【0100】

予め、位置サーボ補償の目標値は非リアルタイム処理手段 6 a で計算され、計算結果が共通記憶手段 7 に格納されているため、経路選定手段 2 b, 2 c を介して共通記憶手段 7 からリアルタイム処理手段 5 b, 5 c へ、格納されていた手先位置・姿勢ベクトルの目標値 r_{1d} , r_{2d} の取り込みが行われる。

【0101】

次いで、制御実現のため、アーム 5 6, 5 7 に加えるべき駆動力ベクトル τ_1 , τ_2 が、運動方程式及び位置サーボ補償入力値ベクトル u_{p1} , u_{p2} より、下記の数 5 の式 (5) を使いリアルタイム処理手段 5 b, 5 c により計算されて駆動力値が求められる。

【0102】

【数 5】

$$\tau_1 = K_T u_{p1}$$

$$\tau_2 = K_T u_{p2}$$

..... (5)

【0103】

ただし、 K_T はトルク係数行列である。

【0104】

次いで、先にリアルタイム処理手段 5 b, 5 c により計算された駆動力値ベクトル τ_1 , τ_2 が、リアルタイム処理手段 5 b, 5 c の各外部入出力用シリアルポート 5 4 より駆動力指令値として出力される。駆動力指令値を受け取った経路選定手段 2 b, 2 c は、制御インターフェース 4 b, 4 c に駆動力指令値を転送し、駆動力指令値が制御インターフェース 4 b, 4 c を介してそれぞれの D/A コンバータ 4 2 に入力され、それぞれの D/A コンバータ 4 2 によりデジタル信号の駆動力指令値が電圧指令値に変換されて、それぞれの D/A コンバータ 4 2 からそれぞれの制御インターフェース 4 b, 4 c を介してそれぞれ出力される。電圧指令値を制御インターフェース 4 b, 4 c から受けたそれぞれのモータドライバ (図 3 のモータドライバ 4 3 a ~ 4 3 d 参照) は、アーム 5 6, 5 7 の各関節や手先効果器 5 6 a, 5 7 a に駆動力を発生させる。

【0105】

リアルタイム処理手段 5 b, 5 c では、以上の計算処理ループが実行されることでソフトウェアフィードバック制御系が構成され、例えば 1 m s e c といった決まった時間間隔で、関節角度データの取り込み、及び、駆動力指令値の出力が実行され、実時間の制御が実現される。

【0106】

このようにして求められて出力される駆動力値に基づき、上記したアーム 5 6, 5 7 及び車輪 5 8 の動作が制御される。

【0107】

上記した図 8 (a) に示す分散制御系では、例えば、経路選定手段 2 a のようにリアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d に直接接続せず、第 2 ~ 4 分散制御装置 1 b, 1 c、及び 1 d の複数のブロックと接続している経路選定手段 2 b, 2 c、及び 2 d の転送動作が重要となる。例えば、上記したように 2 本のアーム 5 6, 5 7 の手先効果器 5 6 a, 5 7 a で協調して 1 つの物体を把持する場合、2 本のアーム 5 6, 5 7 には幾何学的な拘束関係が生じるため、この拘束関係を考慮した制御を行わなければならない。また、把持した物体 9 0 には 2 本のアーム 5 6, 5 7 の手先効果器 5 6 a, 5 7 a がお互いに押し合ったり、あるいは、引き合ったりすることにより内力が生じるため、この内力を考慮した制御を行わなければならない。こうした協調制御を実現するためには、式 (4 a), (4 b) 式の計算が必要であり、式 (3 a), (3 b) はそれぞれ独立した式であるが、式 (4 a), (4 b) とは共通した値があるため、その値のやり取りがリアルタイム処理手段 5 b と 5 c との間で必要であり、そのため、それぞれの手先効果器 5 6 a, 5 7 a を含むアーム 5 6, 5 7 を制御する第 2, 3 分散制御装置 1 b 及び 1 c の連携がリアルタイムで行われなければならない。

【0108】

上記リアルタイムの連携を実現するため、本発明に係る第 2 実施形態では、リアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d では、リアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d から出力するデータの中に優先順位データを埋め込んで出力する。例えば、リアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d と他の手段などとの間の接続がシリアル

伝送線路で構成されている場合には、パケットデータのブロックの一部分に優先順位データを埋め込むことができる。経路選定手段 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e は、リアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d から送信されてくるデータ内の優先順位データ部分を参照し、そのデータを優先して転送すべきかどうかを判断する。それぞれの経路選定手段 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e では、データ内の優先順位データ部分の優先順位同士をそれぞれ比較して、優先順位の高いほうのデータ転送を優先し、優先順位の低いほうのデータの転送を、第 1 実施形態と同様に、一時中止又は待機させる。優先順位の高いほうのデータ転送が終了すると、優先順位の低いほうのデータの転送を行う。パケットデータのブロックの一部分に優先順位データを埋め込む一例としては、パケットを構成するビット列を、前方より、ヘッダを表すビット列、転送元 ID を表すビット列、転送先 ID を表すビット列、優先順位データを表すビット列、データの種類を表すビット列、転送データを表すビット列、パケットの終端を表すビット列が順番に並んだ構成とすることが考えられる。

【0109】

以上のようなデータ転送の優先順位制御を行うことにより、2 本のアーム 5 6, 5 7 の協調動作や、自律移動ロボット 5 5 が移動しながらアーム 5 6, 5 7 で物体 9 0 を把持するときのアーム 5 6, 5 7 と車輪 5 8, 5 8 の協調動作など、より高度な制御を安定して行うことが可能となる。

【0110】

さらに、図 8 に示すように、本発明に係るロボット制御装置 1 A では、経路選定手段 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e をノードとして各ブロックを接続することができ、分散制御系を容易に構成することができるという特徴がある。また、各ブロック間の通信をシリアル通信で行えば、自律移動ロボット 5 5 体内の配線を簡素にすることができる。また、経路選定手段 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e をノードとして接続を拡張していけば、個々のリアルタイム処理手段 5 b, 5 c, 5 d や非リアルタイム処理手段 6 a, 6 e 等の構造を改変することなく機能の拡張が可能となり、例えば、画像認識に加え、音声認識機能を追加するなど、容易に制御の高度化が可能となる。

【0111】

一例として、音声認識機能を図8のロボット制御装置に追加する具体例を以下に説明する。第6分散制御装置として機能する音声認識機能ブロック1fは、図14に示すように、音声入力装置の一例としてのマイク62と、マイク62に接続された入出力インターフェース61と、非リアルタイム処理手段6fと、非リアルタイム処理手段6fと入出力インターフェース61とにそれぞれ接続されるとともに他の経路選定手段（例えば2e）にも接続された経路選定手段2fとより構成することができる。経路選定手段2a～2eはそれぞれノードの役割をするため、音声認識機能ブロック1fの経路選定手段2fは、経路選定手段2eに限らず、他のどの経路選定手段に接続してもよい。また、図14に示すように、音声認識機能ブロック1fのような音声認識専用ブロックを設けるのではなく、第5分散制御装置1eのカメラやセンサ59のうちのセンサの1つをマイクとして、非リアルタイム処理手段6eにてマルチタスクで音声認識プログラムを実行するという構成も可能である。

【0112】

(第3実施形態)

図9は本発明の第3実施形態におけるロボット制御装置1Bの構成を示す図である。図9(a)に示すように、第3実施形態のロボット制御装置1Bは、2つの部分、制御対象3の一例である移動ロボット18に配置される可動側制御装置11aと、固定体18bに配置される固定側制御装置11bとに分離された構造となっている。図9(b)に示すように、移動ロボット18への応用の場合に、リアルタイム性に影響する部分を可動側制御装置11aにまとめて移動ロボット18のロボット本体に搭載し、その他の非リアルタイムの部分を固定側制御装置11bにまとめ、移動ロボット18のロボット本体外の固定制御部18aに据え置きにし、可動側及び固定側経路選定手段12a、12b間の通信をアンテナ20a、20b間の無線にすることにより、機動性が高く、知能的機能も高い移動ロボット18を容易に構成することができる。


【0113】

具体的には、可動側制御装置11aは、アンテナ20aが接続される第1無線

通信手段 110 と、第 1 無線通信手段 110 に接続される可動側経路選定手段 12a と、可動側経路選定手段 12a に接続される制御インターフェース 14 と、可動側経路選定手段 12a に接続されるリアルタイム処理手段 15 とを備えて、リアルタイム性に影響する部分を構成している。経路選定手段 12a は、先の実施形態の経路選定手段 2 と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものである。制御インターフェース 14 は、先の実施形態の制御インターフェース 4 と同様な構成を有して同様な機能（すなわち、各関節のモータをそれぞれ独立的に駆動する機能）を基本的に行うものであり、左右の車輪 13, 13 の駆動装置の一例としてのモータ 13a, 13a とエンコーダ 13b, 13b とが接続されて、モータ 13a, 13a に駆動信号をそれぞれ独立して出力する一方、モータ 13a, 13a のそれぞれの回転軸（又は車輪 13, 13 の車軸）の回転角度を検出するエンコーダ 13b, 13b からの回転角度検出信号が入力されるようにしている。また、リアルタイム処理手段 15 は、先の実施形態のリアルタイム処理手段 5 と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものであって、OS（オペレーティングシステム）を搭載せず、左右の車輪 13, 13 の動作制御のためのプロセス（例えば、左右の車輪 13, 13 の動作制御を行うための実時間の計算）がシングルタスクで実行されている。

【0114】

固定側制御装置 11b は、アンテナ 20b が接続される第 2 無線通信手段 111 と、第 2 無線通信手段 111 に接続される固定側経路選定手段 12b と、固定側経路選定手段 12b に接続されるとともにカメラ 19 が接続される入出力インターフェース 17 と、固定側経路選定手段 12b に接続される非リアルタイム処理手段 16 とを備えて、その他の非リアルタイムの部分構成している。経路選定手段 12b は、先の実施形態の経路選定手段 2 と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものである。非リアルタイム処理手段 16 は、先の実施形態の非リアルタイム処理手段 6 と同様な構成を有して同様な機能を基本的に行うものであって、マルチタスクの OS を搭載し、移動ロボット 18 の 2 つの車輪 13, 13 の動作の計画や判断のためのプロセス、及び、画像認識のための画像認識プロセスが時分割のマルチタスクで実行されるようになっている。画像認識プロセ



スの一例としては、入出力インターフェース 17 に接続されたカメラ 19 より取り込んだ画像を元に移動ロボット 18 の位置、姿勢を認識し、認識結果のデータは、移動ロボット 18 の絶対座標系の位置・姿勢データとしてプロセス間通信により動作計画プロセスに引き渡すような処理である。

【0115】

上記第 1, 第 2 無線通信手段 110, 111 は、経路選定手段 12b, 12a から送られてくるデジタルデータに変調をかけることによりアナログの電波として送信、及びアナログの電波を受信し、復調することでデジタルのデータを得るための手段であり、それぞれ、ベースバンド回路や RF 回路から構成される。また、無線通信方式としては、スペクトラム拡散方式などが適している。

【0116】


上記動作計画プロセスで計画された目標軌道データは、経路選定手段 12b により第 2 無線通信手段 111 に転送され、第 2 無線通信手段 111 により変調された後、電波として送信される。固定側制御装置 11a で受信された電波は、第 1 無線通信手段 110 により目標軌道データとして復調される。復調された目標軌道データは、経路選定手段 12a の記憶手段に一時的に格納され、時間的な緩衝をとった後、リアルタイム処理手段 15 に転送される。

【0117】

上記した図 9 (a) に示す分散制御系では、電波状況が悪いときには第 1, 第 2 無線通信手段 110, 111 間の無線通信において送信エラーが頻発し、再送が繰り返され、転送待ちが発生するという問題に対応しなければならない。そういった状況においても、安定した実時間制御を可能とするために、経路選定手段 12a は、リアルタイム処理手段 15 と制御インターフェース 14 間のデータ転送を優先する。また、送信エラーが頻発し、目標軌道データが得られず、時間的な緩衝がとれなくなった際には、逆に、第 2 無線通信手段 110 からのデータ転送を優先し、リアルタイム処理手段 15 は制御周期を遅くし、かつ、移動ロボットの速度を遅くするか、静止させ、動作が不安定になるのを防止する。

【0118】

以上のようなデータ転送の優先順位制御を行うことにより、より高度な制御を



安定して行うことが可能となる。

【0119】

また、経路選定手段12a, 12bをノードとして接続を拡張していけば、リアルタイム処理手段15や非リアルタイム処理手段16等の構造を改変することなく機能の拡張が可能となり、例えば、画像認識に加え、音声認識機能を追加したり、移動ロボット18が掃除ロボットの場合には吸引動作機能を追加するなど、容易に制御の高度化が可能となる。

【0120】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の態様で実施できる。

【0121】


例えば、上記第1、2及び3実施形態では、非リアルタイム処理手段での画像認識のための画像データの転送を例としたが、これに限られるわけではなく、音声認識のための音声データの転送、通信ネットワークを介してのロボットの遠隔操縦のためのデータ（動作指令データや力覚フィードバックデータ）の転送であっても同様の効果を発揮する。

【0122】

また、上記第1、2及び3実施形態ではアーム型ロボット及び車輪移動ロボットを制御対象としたが、これに限られるわけではなく、所定の動作を行わせるアクチュエータを有する装置、例えば、アーム型ロボット及び車輪移動ロボット以外の人型2足歩行ロボットや4足歩行ロボット、あるいは電子部品実装機やNC工作機械、さらには自動車（エンジン制御、トランスミッション制御、ABS制御、アクティブサスペンション制御等）等の輸送機械といった機構制御の分野で同様の効果を発揮することは言うまでもない。

【0123】

また、経路選定手段は、常に、リアルタイム処理手段との間のデータ転送を優先させるのではなく、例えば、危険回避動作などのロボットの動作障害の程度に応じて、優先順位を変更するようにしてもよい。例えば、危険回避動作のデータ転送は他の全てのデータ転送に対して優先させ、その他のデータ転送は、先に



経路選定手段に入ったものから転送するようにしてもよい。

【0 1 2 4】

また、データ転送優先順位の情報を経路選定手段に対して一旦設定したのち、データ転送優先順位の変更情報入力可能として、使用環境の変化、状況の変化などの制御状況に応じて、データ転送優先順位を変更可能としてもよい。

【0 1 2 5】

なお、上記リアルタイム処理手段でのリアルタイム処理とは、ある一定の微小な時間間隔（例えば 1 msec ） Δt （制御周期）で制御のための指令が出力され、制御対象の状態データ（関節角データなど）が入力される処理であり、機構のフィードバックによる動作制御を実現するために必須の処理である。また、上記非リアルタイム処理手段での非リアルタイム処理とは、上記のある一定の微小な時間間隔 Δt のような時間的拘束を行わない処理を意味する。一例として、図 15 において、状態入力が行われると同時に所定の計算処理が行なわれ、その計算結果が指令出力として出力される場合、指令出力すなわち動作制御のための計算処理は、必ず時間間隔 Δt 内で終了することとし、時間間隔 Δt 内で計算処理が早く終わると、指令出力までの時間は余裕時間となる。このように、リアルタイム処理とは、入力と出力とが必ず時間間隔 Δt ごとに実行される処理のことを意味する。

【0 1 2 6】

なお、上記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

【0 1 2 7】**【発明の効果】**

本発明のロボット制御装置によれば、各手段など、例えば、リアルタイム処理手段、非リアルタイム処理手段、制御インターフェースなどの間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段を設けることにより、システムの拡張性を確保しつつ、各手段などの間の接続を簡素な構造にでき、かつ、各手段などの間の通信を転送待ちの発生が少なくなるよう切り換え制御することができ、制御の高度な知能化のために必要な画像などの大容量データを簡素な構造でリアルタ

。 イム性を確保しつつ扱うことのできるロボット制御装置を提供することができる。

【0128】

また、本発明のロボット制御装置は、実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段と、知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段と、制御対象への指令を出力し、制御対象の状態を入力するための制御インターフェースと、上記リアルタイム処理手段、上記非リアルタイム処理手段及び上記制御インターフェース間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段とを備える。

【0129】

これにより、システムの拡張を行うときには経路選定手段に新たな手段を接続するだけでよいといった、システムの拡張性を確保しつつ、各手段などの間の接続を簡素な構造にすることができ、かつ、各手段などの間の通信を転送待ちの発生が少なくなるよう切り換え制御することができる。

【0130】


上記経路選定手段は、上記リアルタイム処理手段からの転送要求を優先するよう動作することで、リアルタイム処理手段の実時間性を確保することができる。

【0131】

また、上記経路選定手段は、記憶手段を有するとともに、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段と制御インターフェースと、上記経路選定手段とが互いにシリアル伝送路により接続されるようにすることにより、上記経路選定手段の記憶手段で、転送すべきデータのうち待機させられるデータが経路選定手段の記憶手段に記憶されて待避させられることにより、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段間の時間的な緩衝をとることができるようになる。

【0132】

また、本発明のロボット制御装置は、実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段と、知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段と、上記リアルタイム処理手段と上記非リアルタイム処理手段



間の時間的な緩衝をとる共通記憶手段と、制御対象への指令を出力し、制御対象の状態を入力するための制御インターフェースと、上記リアルタイム処理手段、上記非リアルタイム処理手段、上記共通記憶手段及び上記制御インターフェース間の接続を切り換える経路選定手段とを備える。

【0133】

これにより、実時間の制御を実行しながら、知能処理を並列して実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置の経路選定手段の構造を示すブロック図である。

【図3】 本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置の制御インターフェースの構造及びロボットを示す図である。

【図4】 本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置のリアルタイム処理手段あるいは非リアルタイム処理手段の構造を示すブロック図である。

【図5】 本発明の第1実施形態における作業動作に関するフローチャートである。

【図6】 本発明の第1実施形態におけるロボット制御装置のリアルタイム処理手段で実行される制御プログラムのアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図7】 転送モードの説明図である。

【図8】 (a), (b) はそれぞれ本発明の第2実施形態におけるロボット制御装置の構成を示す図及びロボットの図である。

【図9】 (a), (b) はそれぞれ本発明の第3実施形態におけるロボット制御装置の構成を示す図及びロボットなどの制御対象の図である。

【図10】 従来の制御装置の構成を示すブロック図である。

【図11】 本発明の上記実施形態におけるロボット制御装置のLSI間の配線を示す説明図である。

【図 12】 (A), (B), (C) はそれぞれ本発明の第 1 実施形態におけるマニピュレータの作業動作を説明するための説明図である。

【図 13】 (A), (B), (C), (D) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態における 2 本のアームの作業動作を説明するための説明図である。

【図 14】 音声認識機能を追加された、本発明の第 2 実施形態におけるロボット制御装置の構成の一部を示す図である。

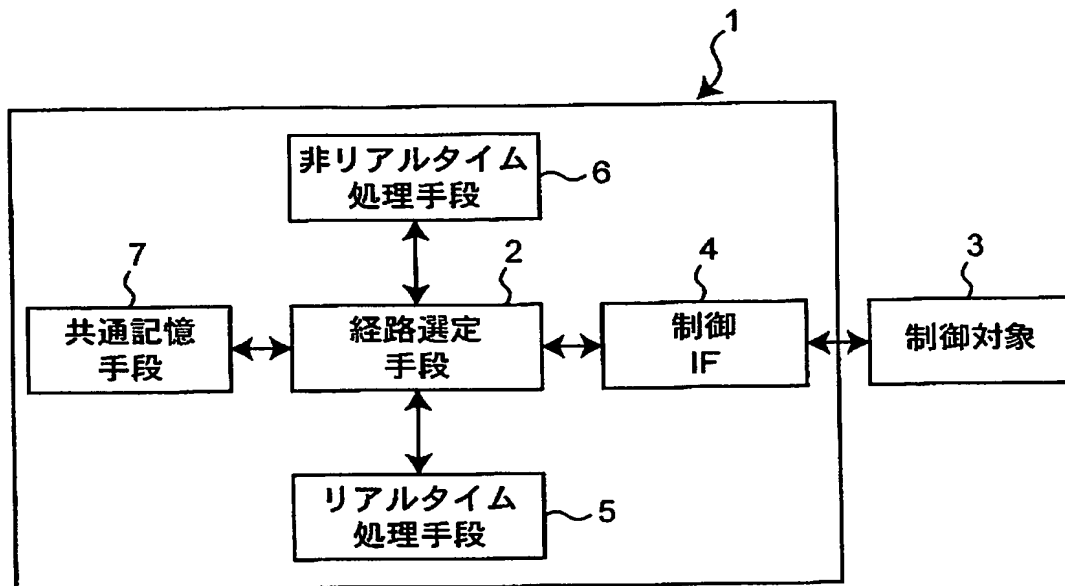
【図 15】 リアルタイム処理を説明するための説明図である。

【符号の説明】

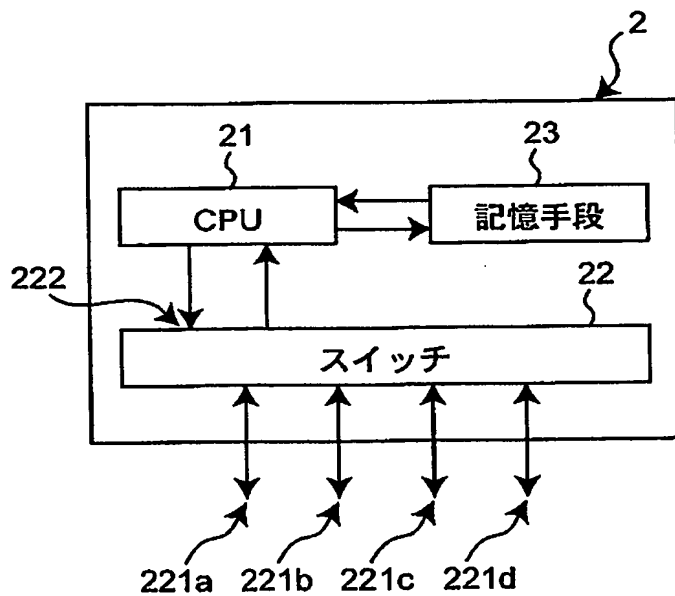
1, 1A, 1B…ロボット制御装置、1a~1e…第 1~第 5 分散制御装置、1f…音声認識機能ブロック、2, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f…経路選定手段、3…制御対象、4, 4b, 4c, 4d…制御インターフェース、5, 5b, 5c, 5d…リアルタイム処理手段、6, 6a, 6e, 6f…非リアルタイム処理手段、7…共通記憶手段、11a…可動側制御装置、11b…固定側制御装置、12a…可動側経路選定手段、12b…固定側経路選定手段、13…車輪、13a…モータ、13b…エンコーダ、14…制御インターフェース、15…リアルタイム処理手段、16…非リアルタイム処理手段、17…入出力インターフェース、18…移動ロボット、18a…固定制御部 18a、19…カメラ、20a, 20b…アンテナ、21…CPU、22…スイッチ、221a~221d…外部ポート、222…内部ポート、23…記憶手段、41…シリアルパラレル変換手段、411…外部入出力ポート、42a~42d…D/A コンバータ、43a~43d…モータドライバ、44…内部出力ポート、45…カウンタ、46…画像取込手段、47…内部入力ポート、48…マニピュレータ、48a…手先効果器、49…撮像装置、51…CPU、52…チップセット、521a, 521b…内部ポート、53…記憶手段、54…シリアルポート、55…自律移動ロボット、56, 57…アーム、56a, 57a…手先効果器、58…車輪、58a…モータ、58b…エンコーダ、59…カメラやセンサ、60…入出力インターフェース、61…入出力インターフェース、61…マイク、90…直方体の物体。

【書類名】 図面

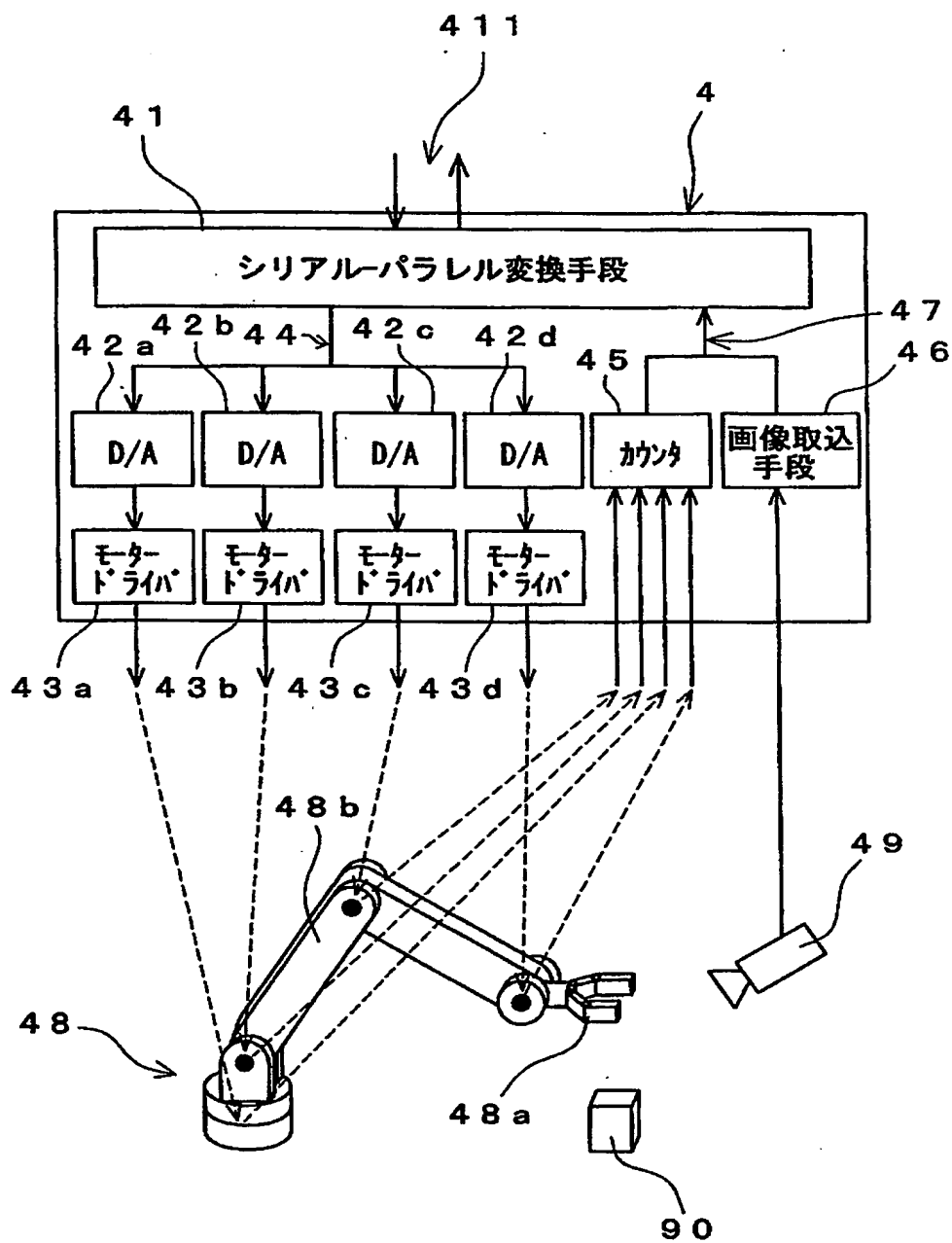
【図 1】



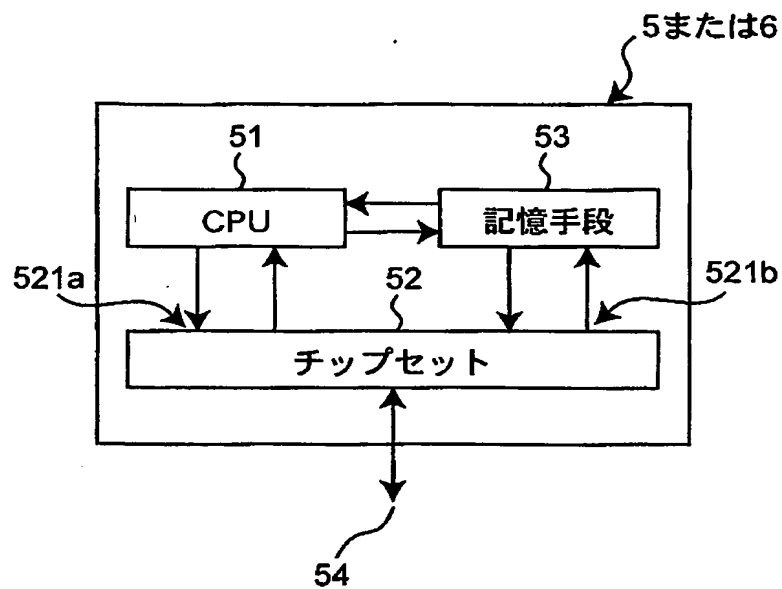
【図 2】



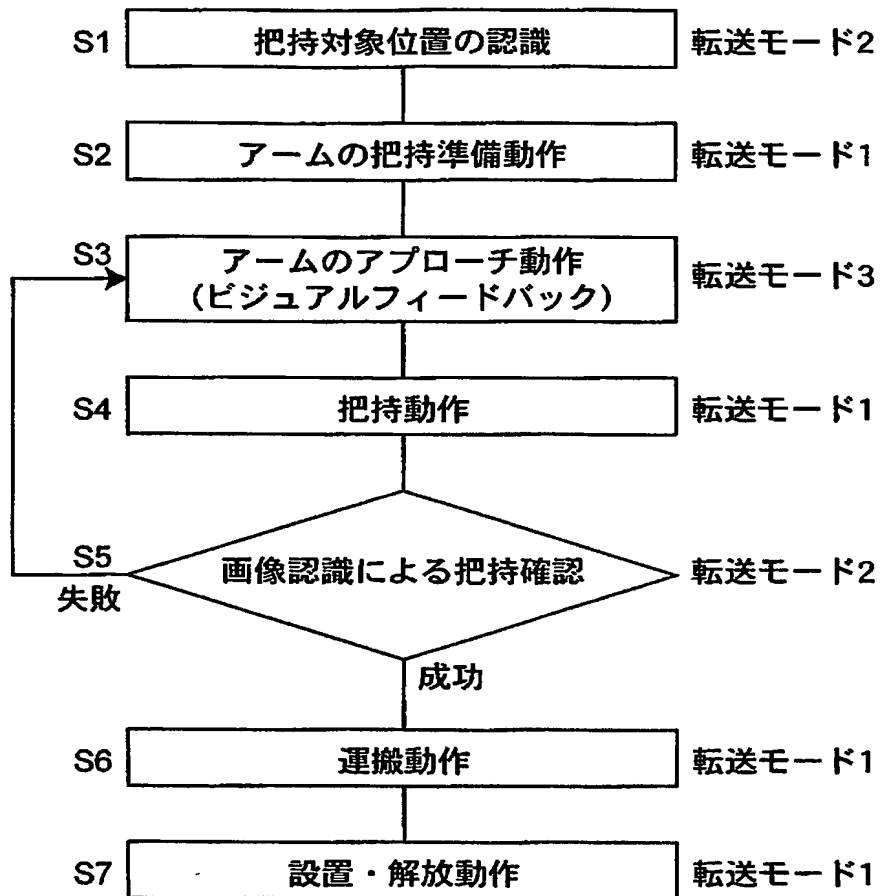
【図 3】



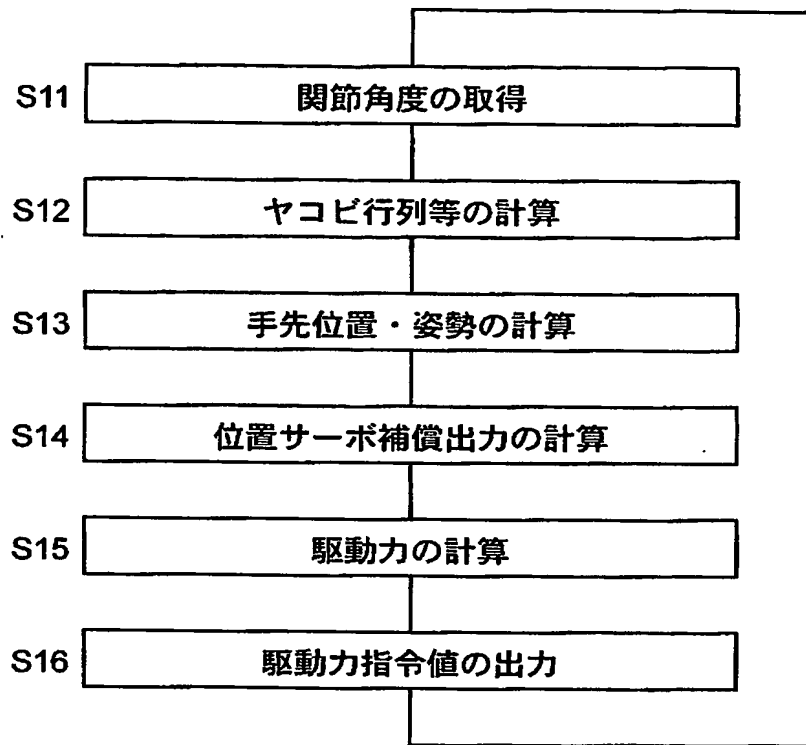
【図 4】



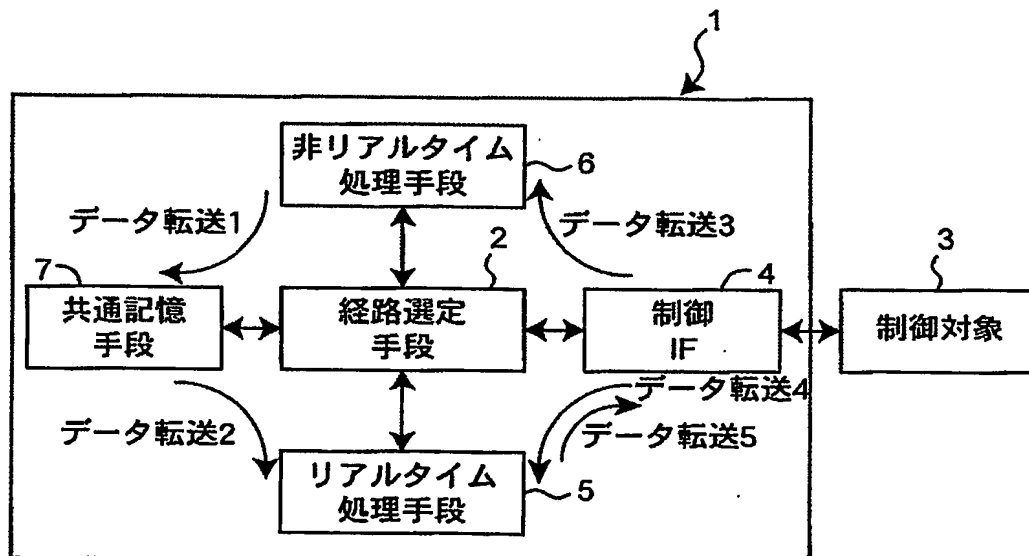
【図 5】



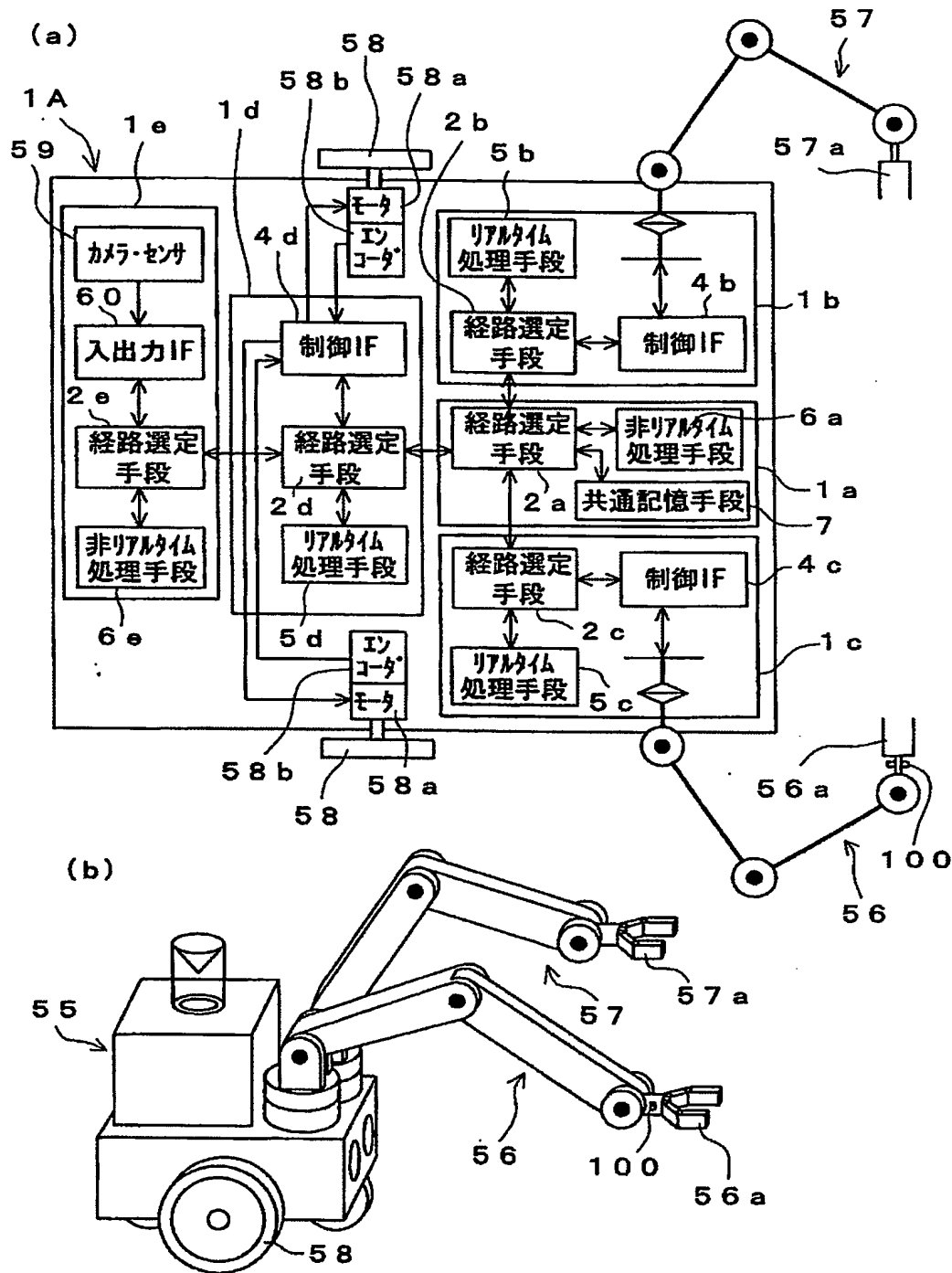
【図 6】



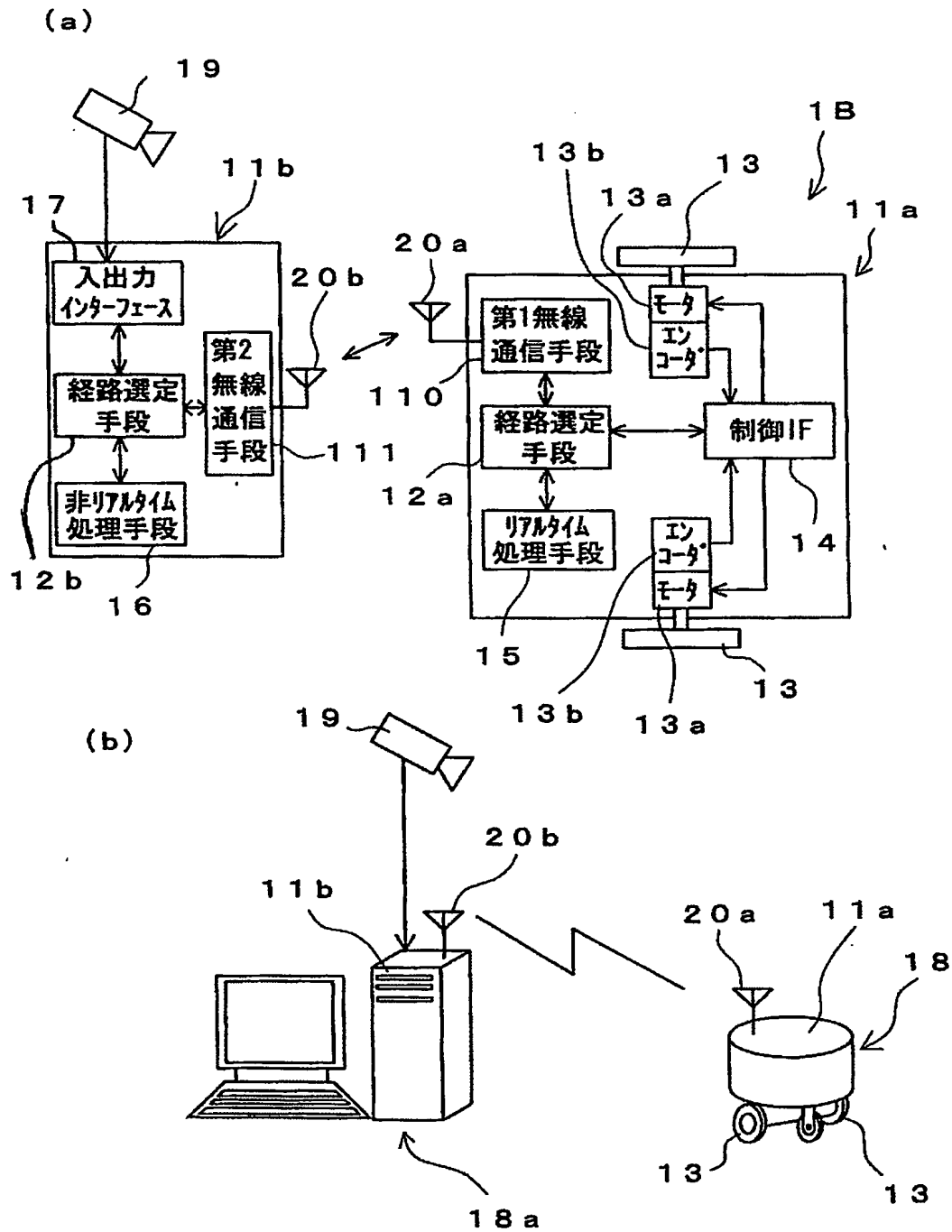
【図 7】



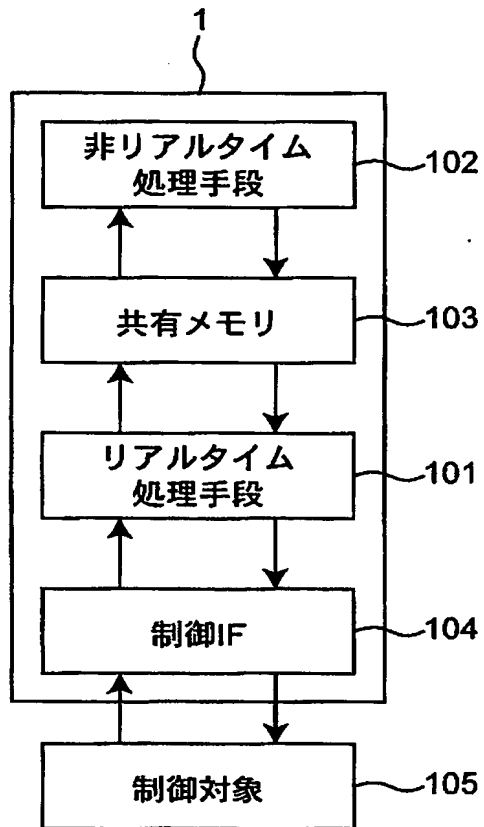
【図8】



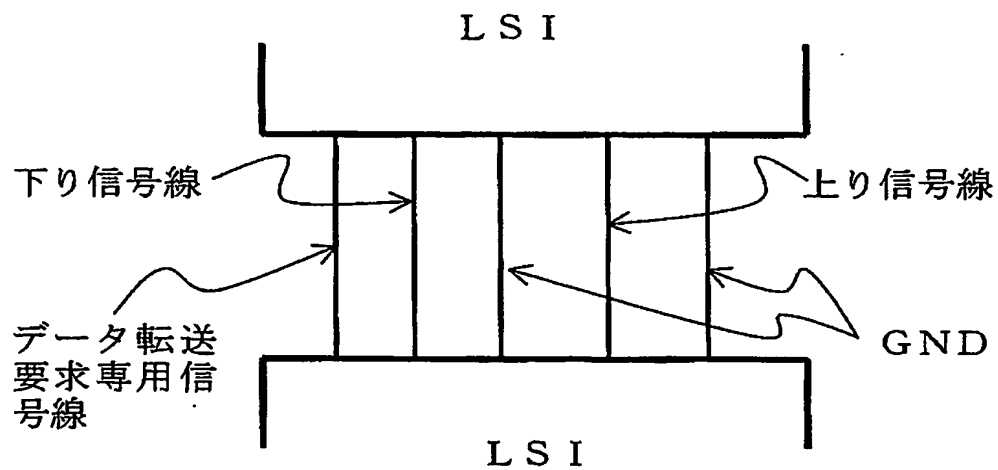
【図9】



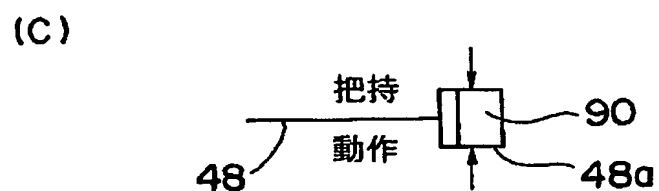
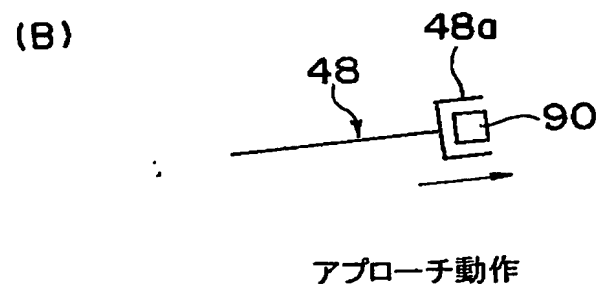
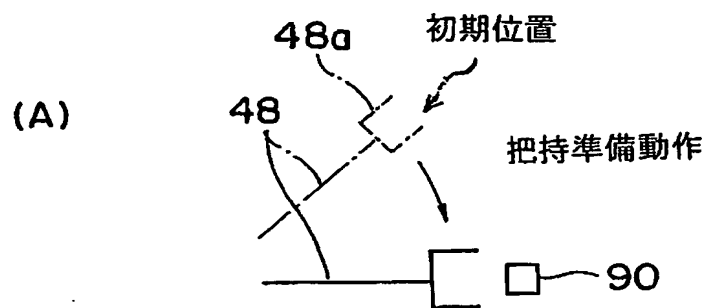
【図 10】



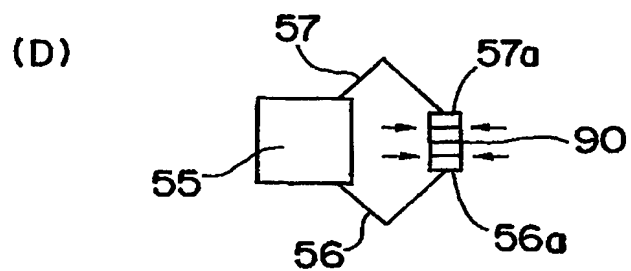
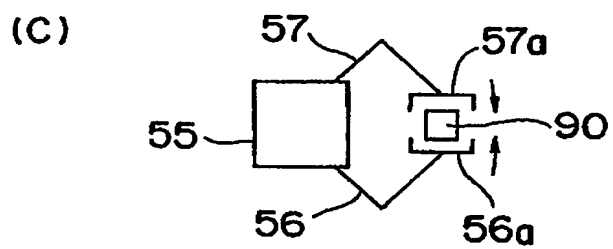
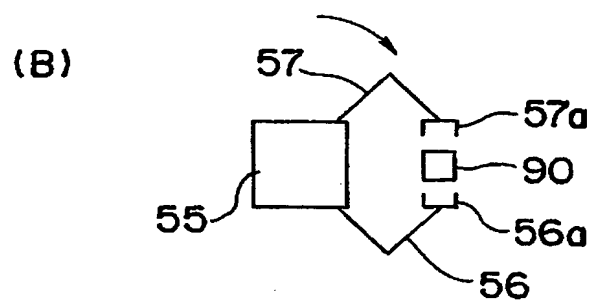
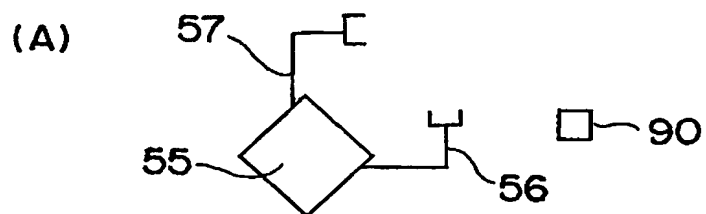
【図 11】



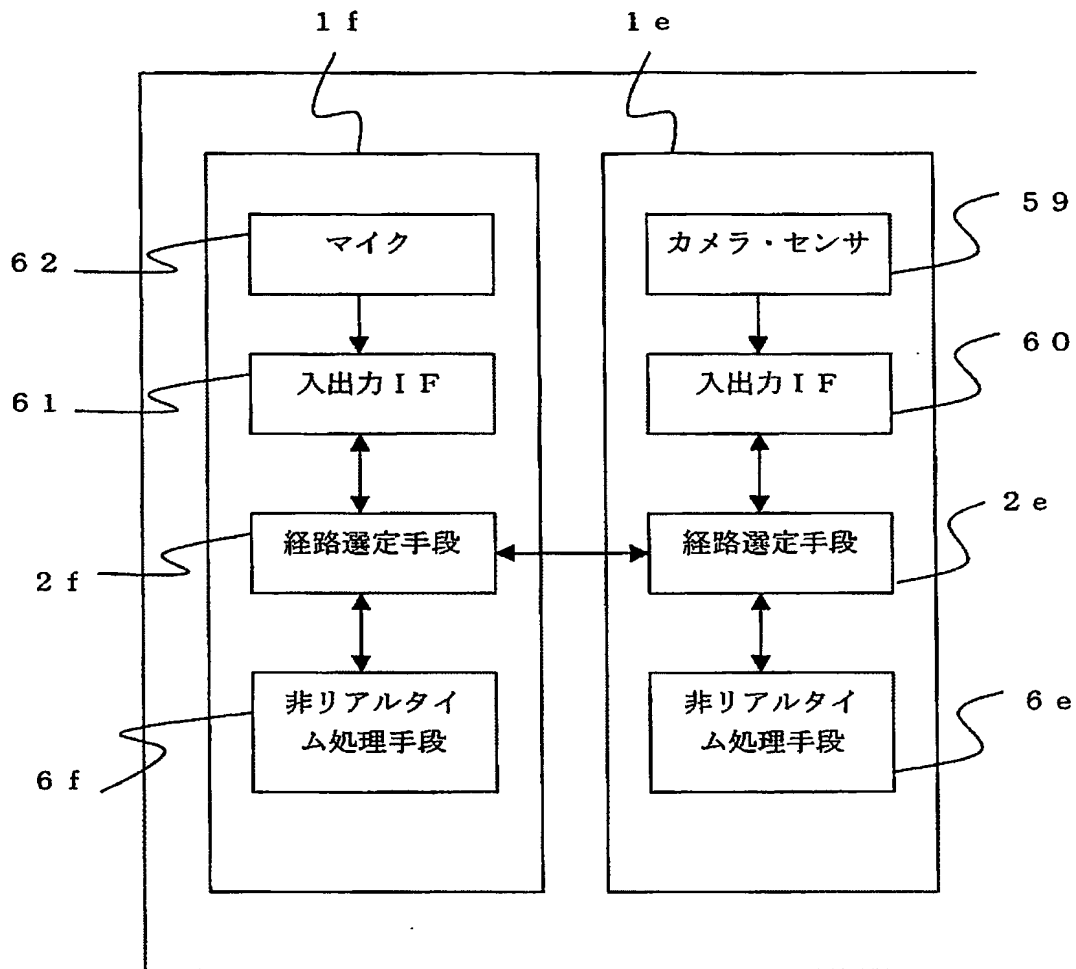
【図 12】



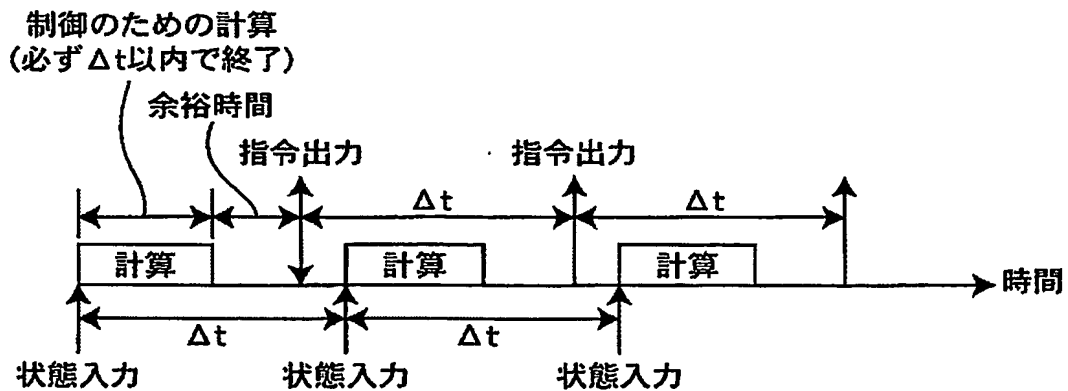
【図 13】



【図 14】



【図 15】







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 制御の高度な知能化のために必要な画像などの大容量データを簡素な構造でリアルタイム性を確保しつつ扱うことのできるロボット制御装置を実現する。

【解決手段】 実時間制御を実現するための計算処理を行うリアルタイム処理手段5と、知能処理を実現するための計算処理を行う非リアルタイム処理手段6と、制御対象3への指令を出力し、制御対象3の状態を入力するための制御インターフェース4と、リアルタイム処理手段5、非リアルタイム処理手段6及び制御インターフェース4間の接続を切り換えることで通信を制御する経路選定手段2とを備える。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 2 - 3 6 0 8 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社